



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**ZAMĚŘENÍ SILNICE V OBCI DOLNÍ BOŘÍKOVICE
PRO PROJEKT**

SURVEY OF THE ROAD IN DOLNÍ BOŘÍKOVICE FOR THE PROJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Mojmír Pejchal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RICHARD KRATOCHVÍL

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Mojmír Pejchal
Název	Zaměření silnice v obci Dolní Boříkovice pro projekt
Vedoucí práce	Ing. Richard Kratochvíl
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.

ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky.

Fišer, Z., Vondrák, J.: Mapování. CERM Brno, 2. vydání, 2006. ISBN 80-7204-472-9.

Fišer, Z., Vondrák, J.: Mapování II. CERM Brno, 2004. ISBN 80-214-2669-1.

Kalvoda, P.: Přednáškové texty k Mapování I. Ústav geodézie FAST VUT.

Kalvoda, P.: Přednáškové texty k Mapování II. Ústav geodézie FAST VUT.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zaměřte pro projekt k rekonstrukci úsek silnice III. třídy 04314 v obci Dolní Boříkovice. Lokalitu zaměřte po přilehlé domy a v extravilánu 10 metrů od kraje silnice na obě strany. Vyhotovte podélný profil úseku.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Richard Kratochvíl
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Motivem bakalářské práce je zaměření původního stavu části silnice III. třídy 04314 v obci Dolní Boříkovice před rekonstrukcí. První část práce je věnována vybudování pomocné měřické sítě a měřickými pracemi. Druhá, se zabývá vyhodnocením měřených dat a tvorbou účelové mapy. Měřická síť je připojena do závazných referenčních systémů S-JTSK a BpV. Výsledná mapa je vyhotovena v měřítku 1:500.

KLÍČOVÁ SLOVA

účelová mapa, podklad pro projekt, polohopis, tachymetrie

ABSTRACT

The aim of the thesis is survey of the original state of the III. class road No. 04314 in the village Dolní Boříkovice before reconstruction. The first part of the thesis addresses to building auxiliary surveying network and surveying works. The second one deals with processing of measured data and creation of thematic map. The measuring net is connected to the binding reference systems S-JTSK and BpV. The resulting map is made in a scale of 1: 500.

KEYWORDS

thematic map, survey for the project, planimetry, tachymetry

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Mojmír Pejchal *Zaměření silnice v obci Dolní Bořkovice pro projekt*. Brno, 2019. 32 s., 21 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Richard Kratochvíl

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zaměření silnice v obci Dolní Boříkovice pro projekt* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 14. 5. 2019

Mojmír Pejchal
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNO

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zaměření silnice v obci Dolní Boříkovice pro projekt* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 14. 5. 2019

Mojmír Pejchal
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Richardu Kratochvílovi za věcné rady a připomínky k práci. Rád bych také poděkoval mé rodině, která mi zajistila zázemí při studiu a obrovsky mě podporovala při všech zkouškách, se studiem spojených.

Obsah

1.	Úvod	9
2.	Geodetické základy	10
2.1.	Bodové pole v ČR	10
2.1.1.	Body ZPBP	11
2.1.2.	Zhušťovací body	12
2.1.3.	Body PBPP	12
2.2.	Referenční systémy na území ČR	13
2.2.1.	S-JTSK	13
2.2.2.	Bpv	13
3.	Použité metody měření	14
3.1.	Polygonový pořad	14
3.2.	Polární metoda	15
3.3.	Volné a pevné stanovisko	16
3.4.	Metoda konstrukčních oměrných	16
4.	Přístrojové vybavení	17
5.	Mapy a mapování	18
5.1.	Rozdělení map	19
5.2.	Znázornění výškopisu v mapách	20
5.3.	Podélný profil	21
5.4.	Postup mapování dané oblasti	22
5.4.1.	Rekognoskace terénu	22
5.4.2.	Měřické práce	23
5.4.3.	Kontrolní profil	23
6.	Zpracování měření a kancelářské práce	24-25
7.	Kontrolní měření a testování přesnosti	26-27
8.	Závěr	28
9.	Seznam použitých zdrojů	29
10.	Seznam použitých zkratk	30
11.	Seznam obrázků a tabulek	31
12.	Seznam příloh	32

1. Úvod

Tématem této bakalářské práce je zaměření původního stavu části silnice III. třídy 04314 (viz *obrázek 1*) v obci Dolní Bořkovice (k datu 27. 5. 2018), pro tvorbu účelové mapy, která má sloužit jako podklad pro projekt rekonstrukce dané silnice. Z naměřených dat byla zpracována účelová mapa v měřítku 1:500 dle zásad pro tvorbu účelových map ČSN 01 3410. V rámci mapování byly zaměřeny body na podélném profilu a příčných řezech komunikace.



Obrázek č. 1 – Poloha silnice III. třídy 04314

1.1 Využitelnost bakalářské práce

Měření proběhlo ve 3. třídě přesnosti a může být použito jako účelová mapa dle ČSN 01 3410 nebo jako podklad pro projekt rekonstrukce komunikace. V mapě nejsou zaznamenány pozemky v podobě parcel, tudíž nelze využít jako podklad k řešení záborů a majetkoprávních záležitostí. Výškové zaměření povrchu může sloužit i jako podklad k výstavbě chodníků, která se zde plánuje. Jde vidět kde je podél cesty místo na chodník, kde by bylo potřeba zatrubnění příkopu apod. Hlavním významem pro mě však má porovnání původního a nového stavu vozovky. Během zpracování této práce je již vozovka nová a občané nejsou spokojeni s provedením rekonstrukce, v takovém případě se dá např. porovnat deformace koruny vozovky vlivem špatného odvodnění přilehlých polí a následného sesedání jak koruny, tak monolitických prvků mostů v začátku měřeného úseku a následná „oprava“.

2. Geodetické základy

Pro připojení do souřadnicového systému jednotné trigonometrické katastrální (S-JTSK) byl použit jeho rámec v podobě trigonometrických a zhušťovacích bodů. Pro průběžnou kontrolu polohy byly zaměřeny i body podrobného bodového pole (rohy domů, plastové mezníky). Výškové připojení do systému Baltský – po vyrovnání (Bpv) bylo provedeno ze stejných bodů, jelikož pro trigonometrické určení výšek podrobných bodů jejich výšková přesnost ($m_h = 0,1$ m) dostačuje.

2.1 Bodové pole v ČR

Bodové pole neboli referenční rámec je síť trvale stabilizovaných bodů se známými prostorovými souřadnicemi nebo tíhovými údaji. Bodové pole můžeme dělit na:

a) polohové

Základní polohové bodové pole

- Body referenční síť NULRAD (nultý řád)
- Body Astronomicko-Geodetické síť (AGS)
- Body České státní trigonometrické síť (ČSTS)
- Body geodynamické síť.

Zhušťovací body

Podrobné polohové bodové pole

b) výškové

Základní výškové bodové pole

Podrobné výškové bodové pole

c) tíhové

Základní tíhové bodové pole

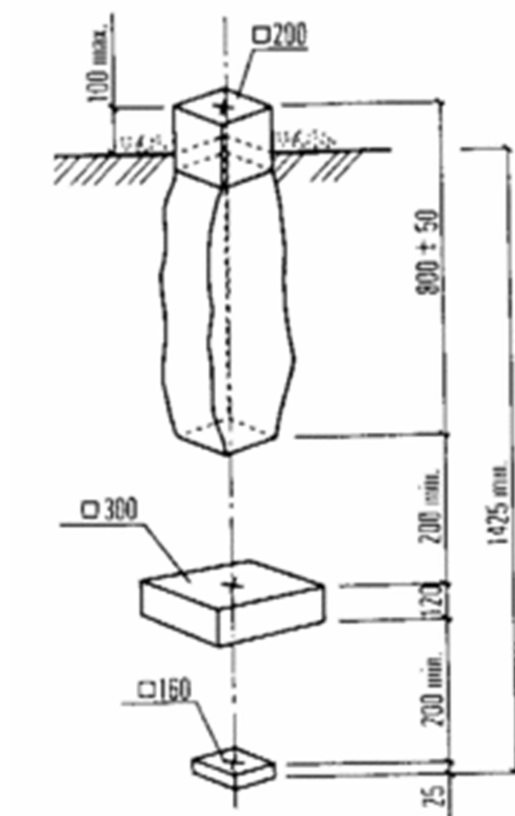
Podrobné tíhové bodové pole

Polohové bodové pole

Z polohového pole, se zde budu zabývat pouze těmi body, které byly využity při měření účelové mapy v této bakalářské práci.

2.1.1 Bod ČSTS (trigonometrický bod)

Poloha bodu základního polohového bodového pole je volena tak, aby: nebyl ohrožen, jeho signalizace byla jednoduchá, byl využitelný pro připojení bodů polohového bodového pole. [1] (*Stabilizace trigonometrického bodu viz obrázek č. 2*)



Obrázek č. 2. – Stabilizace TB [1]

2.1.2 Zhušťovací bod

Zhušťovací bod zhušťuje síť základního polohového bodového pole. Jeho přesnost je dána základní střední souřadnicovou chybou 0,02 m. Mezní odchylka $0,02 \cdot 2,5$. Střední chyba v určení nadmořské výšky je 0,1 m.

Jednou z možností stabilizace je žulový kámen o délce minimálně 70 cm s opracovanou hlavou o rozměru 16x16x10 cm s diagonálním křížkem uprostřed. Další častá stabilizace je trvale stabilizovaný bod jako např. věž kostela, vysílač apod.

2.1.3 Bod podrobného polohového bodového pole

Body podrobného polohového bodového pole se zřizují

- a) na technických objektech poskytující trvalou signalizaci, zejména na rozích budov
- b) na hranicích pozemku se znakem, který svojí stabilizací vyhovuje ustanovení o stabilizaci bodů (*viz obrázek č. 3*)
- c) na objektech se stabilizační značkou, například na nivelačních kamenech, stabilizacích tíhových bodů, znacích lomových bodů na hranicích obcí, na mostcích a propustcích s nivelační značkou hřebovou.



Obrázek č. 3 – Příklad stabilizace podrobného bodu [2]

2.2 Závazné referenční systémy na území ČR

Závaznými geodetickými referenčními systémy pro zeměměřické činnosti jsou:

- světový geodetický referenční systém 1984 (WGS 84),
- evropský terestrický referenční systém (ETRS),
- systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (SJTSK),
- souřadnicový systém 1942 (S-42),
- výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv),
- tíhový systém 1995 (S-Gr95)

[3]

Dále se v této kapitole budu věnovat pouze těm systémům, do kterých bylo připojeno měření této práce.

2.2.1 S-JTSK

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální je ortogonální souřadnicová síť, jejíž souřadnice vychází z Křovákova zobrazení. Kladná souřadnice X míří na jih a Y na západ. Její dvojité konformní zobrazení na sečném kuželu v obecné poloze zajišťuje maximální zkreslení délek -10cm/km až +24cm/km na našem území.

2.2.2 Bpv

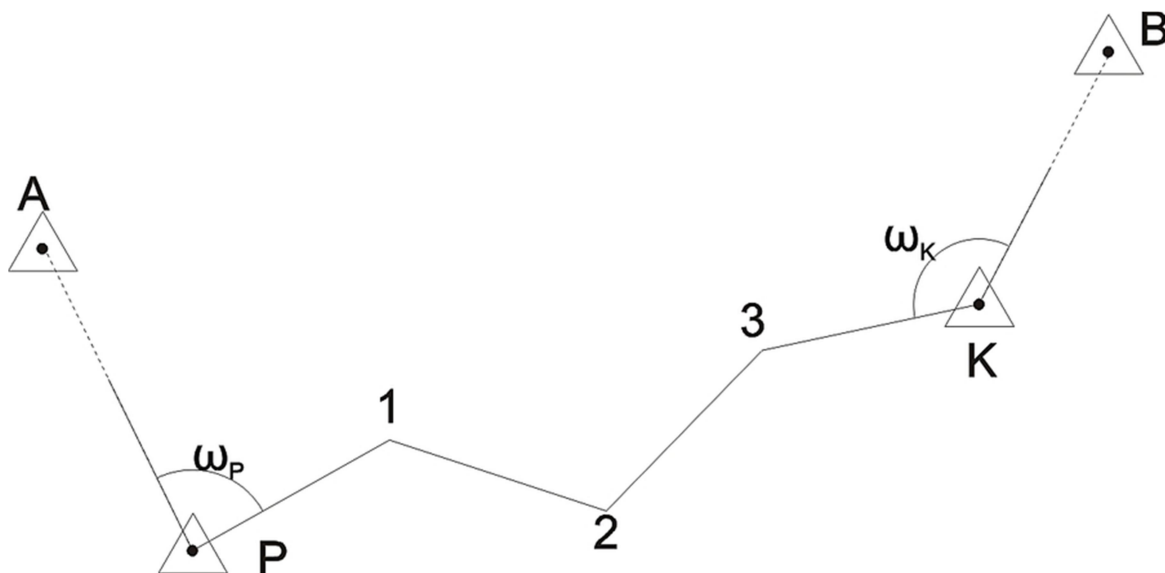
Baltský po vyrovnání je geodetický referenční systém na celém území státu, definovaný výchozím výškovým bodem, kterým je nula stupnice mořského vodočtu v Kronštadtu a souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí.

[4]

3. Použité metody měření

3.1 Polygonový pořad

Polygonový pořad je spojnice vrcholů prostorové lomené čáry; je zaměřen pomocí měřených délek a vodorovných vrcholových úhlů [4]. Při rekognoskaci terénu byly zjištěny příznivé podmínky pro terestrické určení polohy pomocného bodového pole (dobrá viditelnost na vzdálené orientace a jejich počet). Namísto metody GNSS (Global Navigation Satellite System, česky: Globální družicový polohový systém) byl tedy pro připojení do sítě S-JTSK použit vetknutý, oboustranně orientovaný polygonový pořad. (schéma polygonového pořadu viz obrázek č. 4)



Obrázek č. 4 – Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad [5]

Dáno:

body P, K, A, B

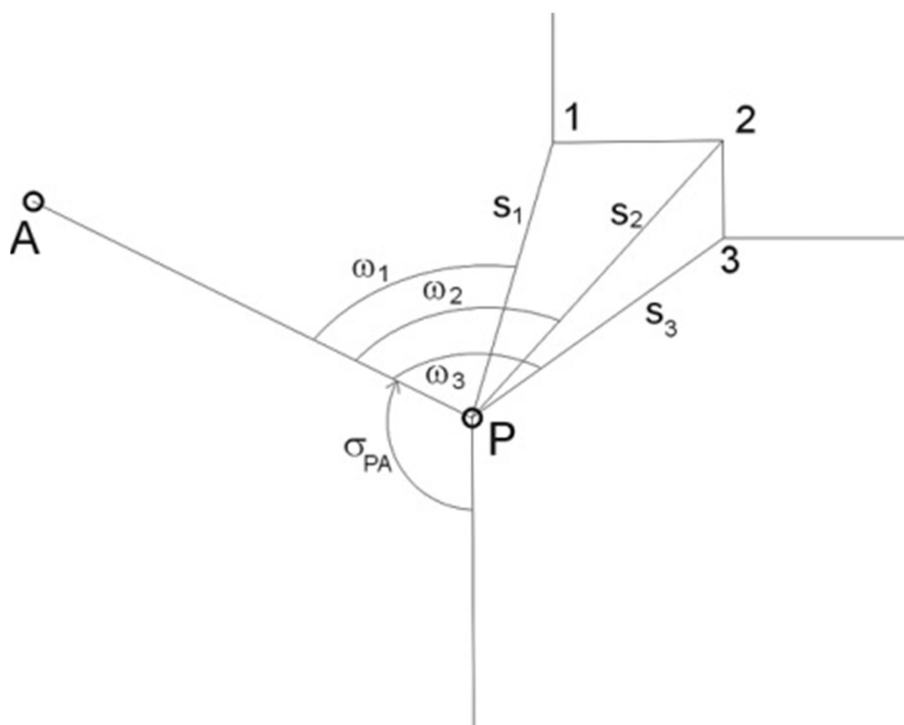
Měřeno:

úhly $\omega_P, \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N, \omega_K$

strany $s_{P1}, s_{12}, s_{23}, \dots$

3.2 Polární metoda

Polární metoda je dnes nejpoužívanější metoda měření podrobných bodů, spočívá v měření polárních souřadnic od stanoviště přístroje. Je měřena orientace na známé body a osnova směrů na podrobné body a délka na odrazný hranol (v případě totální stanice). (Schéma metody viz obrázek č. 5)



Obrázek č. 5 – Schéma polární metody [6]

Podrobné body se měří v jedné skupině s minimální přesností a registrací směrů na 0,0010 gon, a délek na 0,01m. Orientaci provádíme minimálně na dva body, u nichž aspoň u jednoho měříme i délku (podrobněji kapitola 3.3). Z následujícího stanoviště měříme kontrolně jednoznačně identifikovatelný bod, který jsme změřili z předchozího stanoviště. Maximální délka na určovaný bod je 1,5 násobek vzdálenosti k nejvzdálenější orientaci.

3.3 Pevné a volné stanoviško

Pevné stanoviško

Při měření na pevném stanovisku známe jeho souřadnice a orientujeme se na minimálně dva známé body (2 směry, 1 délka). Výjimečně lze měřit pouze dva směry, pokud jsou orientací pevně stabilizované body, které jsou nepřístupné (věž kostela apod.) Nelze-li zaměřit více než jeden orientační směr, orientace se ověří zaměřením podrobného bodu určeného z jiného stanoviška.

Volné stanoviško

Souřadnice stanoviška nejsou známy, výpočty se provedou ve vlastní pravoúhlé soustavě, která se následně převede podobnostní transformací do geodetického souřadnicového systému. Na volném stanovisku musí být měřeny minimálně dvě délky a dva vodorovné směry. Úhel na určovaném bodě, mezi směry na body připojení volného stanoviška, musí být v rozmezí 30 až 170 gon. Z volného stanoviška také nesmí být určovány body metodami protínání vpřed.

Metoda konstrukčních oměrných

Tato úloha je určena k zaměřování pravoúhlých výstupků do maximální velikosti 5 metrů. Počet určovaných bodů je maximálně 8. Výchozí body jsou vždy dva, počáteční a koncový. Délky mezi body se zapisují řetězově za sebou, bod vlevo se znaménkem mínus. První oměrná míra je vždy kladná.

4. Přístrojové vybavení

Totální stanice M3 (viz obr. č. 6) od americké firmy Trimble Inc. je velmi lehce ovladatelný přístroj. Ke komunikaci s přístrojem slouží dotykový display a hardwarová tlačítka. Hlavní důvod, proč jsem si k zaměření mé práce vybral tuto totální stanici, je intuitivnost operačního systému a snadný export a přenos dat do počítače. Měřit můžeme v hranolovém nebo bezhranolovém režimu. Při importu souřadnic do přístroje lze provádět jednoduché souřadnicové výpočty, jako rajon nebo volné stanovisko, přímo v softwaru Trimble access. Tyto funkce však považuji pouze a kontrolu hrubých chyb a výsledné souřadnice počítám v postprocessingu v geodetickém sw na PC.



Obrázek č. 6 – Totální stanice Trimble M3 [7]

5. Mapy a mapování

Mapa je zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, nebeských těles, kosmu či jejich částí, převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografickým zobrazením), ukazující podle zvolených hledisek polohu, stav a vztahy přírodních, socioekonomických a technických objektů a jevů

(ČSN 730402 /národní definice/) [4]

5.1 Rozdělení map

Podrobně se v této kapitole budu věnovat mapě účelové. Pro obecný přehled však zmíním rozdělení map podle různých kritérií. Mapy můžeme dělit podle několika kritérií v závislosti na obsahu, měřítku nebo způsobu vyhotovení a dalších.

▪ Podle měřítko

Kategorizace map podle měřítko se může lišit podle účelu jejich vyhotovení.

Geodetické hledisko:

mapy velkých měřítek do 1: 5 000

mapy středních měřítek 1: 10 000 – 1: 200 000

mapy malých měřítek 1: 200 000 a víc

Geografické hledisko:

mapy velkých měřítek mín jak 1: 200 000

mapy středních měřítek 1: 200 000 – 1: 1 000 000

mapy malých měřítek menší než 1: 1 000 000

- **Podle způsobu vyhotovení**

mapy původní – mapa, která je výsledkem podrobného měření,

fotogrammetrického vyhodnocení nebo vznikla jiným tvůrčím způsobem [4]

mapy odvozené – mapa, která vznikla odvozením nebo přepracováním původní mapy

zpravidla většího měřítka s použitím metod kartografické generalizace [4]

mapy částečně odvozené – mapa, vznikající kombinací výše uvedených způsobů

- **Dle kartografického zobrazení**

mapy konformní (úhlojevné) – nezkreslují úhly

mapy ekvidistantní (délkojevné) – v jednom směru se nezkreslují délky

mapy ekvivalentní (plochojevné) – nezkreslují plochy

mapy vyrovnávací – vše je zkresleno do jisté míry

- **Dle zobrazovaného obsahu**

mapy základní – základní všeobecně využitelný obsah stanovený příslušným

předpisem, vznikají zpravidla na výsledcích měření, z těchto map jsou následně

zpravidla odvozovány mapy menších měřítek

mapy účelové – obsahují kromě prvků základní mapy také tematický obsah pro

daný účel

5.2 Znázornění výškopisu v mapách

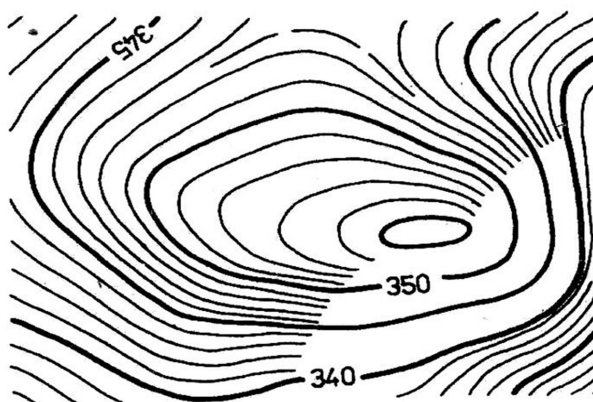
Výškopis, v mapách týkajících se komunikací hraje nedílnou součást. Podrobněji zde proto popíšu, jak se v mapách velkých měřítek může znázorňovat.

Výškové kóty

Kótování používáme nejčastěji v kombinaci s vrstevnicemi, ale i tam, kde by hustá zástavba v mapě nadměrně přerušovala vrstevnice. Číselný údaj nám však podá pouze diskrétní hodnotu konkrétního bodu, bez návaznosti na průběh okolního terénu.

Vrstevnice

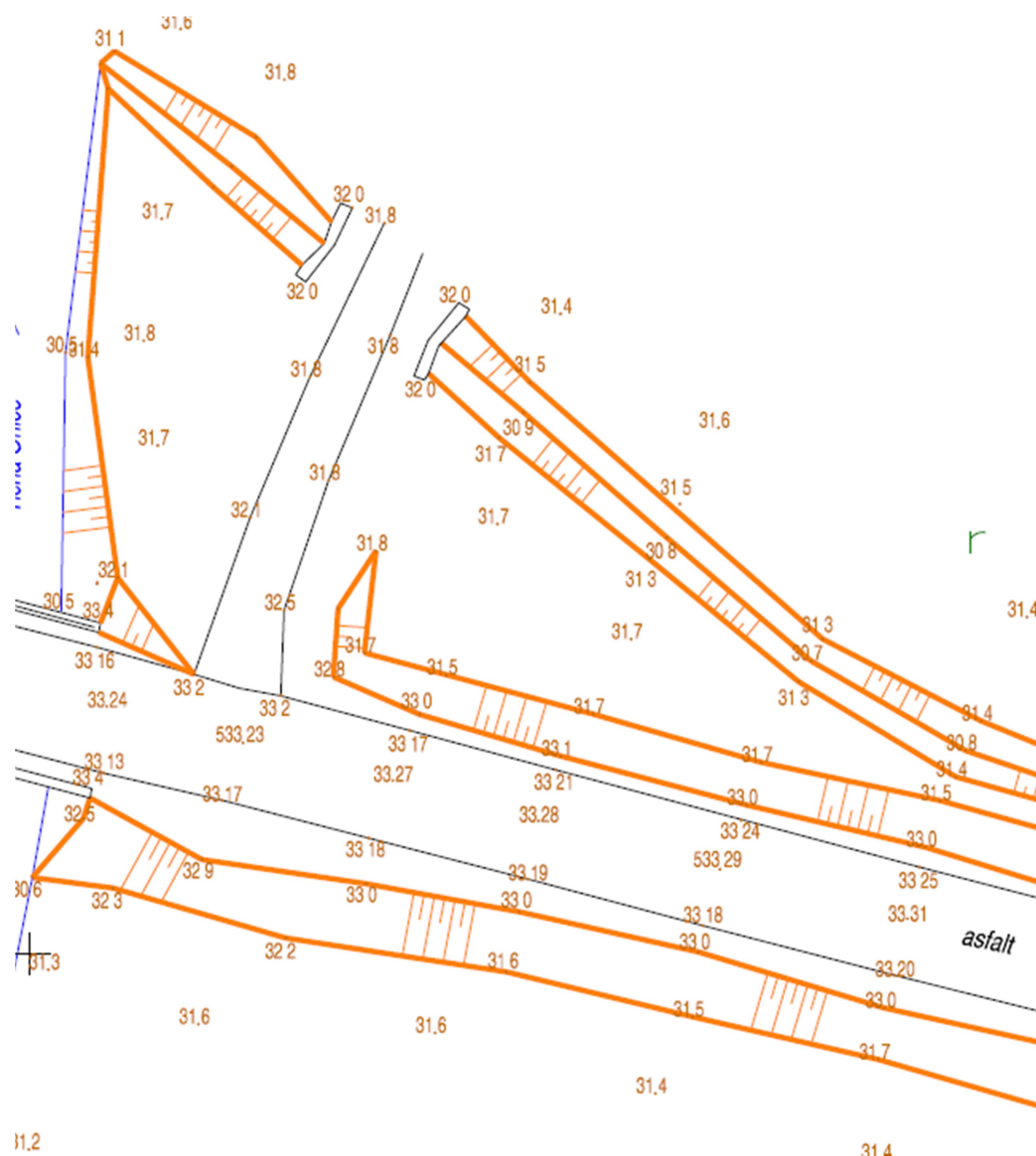
Vrstevnice je izolinie, spojující body se stejnou nadmořskou výškou, v pravidelných (zaokrouhlených) intervalech od nulové nadmořské výšky. Rozestup vrstevnic je vzdálenost jejich kolmých průmětů, čím je rozestup menší, tím větší spád znázorňují. (viz Obrázek č. 7). Interval je svislá vzdálenost mezi vodorovnými rovinami daných vrstevnic. Základní interval pro mapy velkých měřítek je 1 m. Vrstevnice kótujeme rovnoměrně po výkrese především do zdůrazněných vrstevnic, a to ve směru stoupání. Zdůrazněná vrstevnice je v pětinásobku základního intervalu a je vyznačena silnější čarou. V rovinnatém území, kde potřebujeme vystihnout povahu terénu, který nejde popsat vrstevnicí v základním intervalu, použijeme vrstevnici doplňkovou, která je v polovičním nebo čtvrtinovém intervalu.



Obrázek č. 7 – Ukázka vrstevnic [8]

Technické šrafy

Pro znázornění uměle vytvořených nebo příliš členitých terénních tvarů používáme technické šrafy (viz obrázek č. 8). Kreslí se horní a dolní hrana svahu, a mezi ně šrafy, které nám na první pohled ukazují, jaká hrana je horní a jaká dolní. Není je potřeba kreslit po celé délce svahu, stačí naznačit po určitém intervalu tak, aby nenarušovaly vizuální dojem z mapy. Pro svahy, které se v mapě jeví užší než 0,5 mm použijeme značku mapového stupně.



Obrázek č. 8 – Technické šrafy [vlastní zdroj]

5.3 Podélný profil komunikace

Součástí bakalářské práce je i vyhotovení podélného profilu komunikace. V této kapitole přiblížím jeho význam a náležitosti.

Podélný profil je výkresem nivelety komunikace. Je to do roviny rozvinutý řez svislou plochou. Převýšení se v profilu vždy kreslí desetinásobné. Povrch vozovky je v podélném profilu čára, která představuje průnik svislé plochy a povrchu vozovky. Rozdíl mezi řezem a profilem je právě v užití rozdílného měřítka u výšek a staničení

5.4 Průběh mapování v lokalitě

Souřadnice výchozích bodů byly zjištěny z geodetických údajů, přes server českého zeměměřického úřadu cuzk.cz pomocí grafického vyhledávání v přehledné mapě triangulačních listů. Jelikož je mi lokalita dobře známa, vybral jsem pro připojení do referenčních systémů body, o nichž jsem věděl, že jsou v terénu stabilizovány a nejsou nijak poškozeny, což značně usnadnilo rekognoskaci.

5.4.1 Rekognoskace terénu

Rekognoskace neboli zjišťování stavu skutečností na místě, kde se mají konat geodetické práce v terénu [4], probíhala průběžně během května 2018. Byla zjištěna možnost připojení a orientace na geodetické body. Při začátku mapované části silnice III. třídy 04314 (*viz obr. č. 9*) byly nalezeny zhušťovací body (ZhB) č. 202 a 226 na triangulačním listu (TL) 2517. První z nich byl použit jako počáteční polygonového pořadu s orientací na severní věž kláštera na Hoře Matky Boží (ZhB č. 213 TL 2512), druhý pak pro připojení kontrolního profilu komunikace po zaměření. Na druhém konci lokality byl, jako konečný, použit trigonometrický bod (TB) 13 na TL 2517 s orientací opět na ZhB 213. Kontrolní zaměření zde bylo připojeno na body podrobného bodového pole č. 529 a 539. Dále bylo vizuálně zjištěno, kde by měli být stanoviště, tak aby bylo možno zaměřit co nejvíce objektů, aniž by musela být tvořena další stanoviště např. metodou rajonu apod., a zároveň byly dodrženy kritéria polygonového pořadu.



Obrázek č. 9 – silnice III. třídy 04314 [9]

5.4.2 Měřické práce

Stanoviska polygonu byla tvořena postupně podle předešlé rekognoskace. Se sousedními body polygonu byly zároveň měřeny podrobné body. Jelikož charakter oblasti nebyl příliš pestrý na polohopis, přistoupil jsem ke kódování kresby, namísto vedení měřického náčrtu. Komunikace byla měřena v příčných řezech přibližně po 15-20m, v intravilánu vesnice byly zaměřeny čelní strany přilehlých stavebních objektů, s tím, že ve výsledné mapě bude naznačen kolmý směr bočních stěn budov. Silnice byla vždy měřena na krajích asfaltového pásu a na ose komunikace, tam kde koruna vozovky netvořila identickou linii s asfaltovým pásem, byla zaměřena zvlášť. Tam, kde podél komunikace probíhaly odvodňovací příkopy, bylo zaměřeno jejich dno a horní hrany. U mostů bylo zaměřeno zábradlí a jeho betonová podezdívka. V době měření již byly vykáceny všechny stromy v blízkosti silnice, proto je nebylo možné zaměřit.

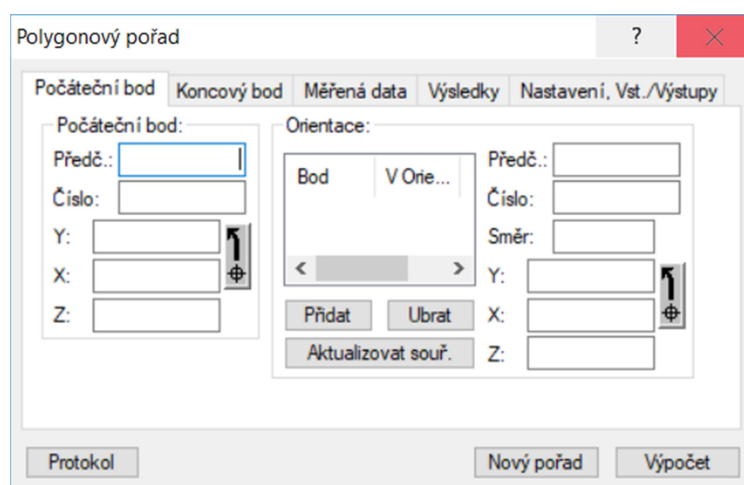
5.4.3 Kontrolní profil

Kontrolní profil, je řez terénem, popř. objektem mezi zvolenými body, zaměřený pro kontrolu přesnosti určených polohových a výškových vztahů (např. pro kontrolu vrstevnic) [4].

Jelikož v průběhu měření nebylo možno zřídit jednoznačně identifikovatelné body pro kontrolu prostorové polohy vozovky, Přistoupil jsem k ověření nivelety zaměřením kontrolního profilu, nezávisle, z dalších zhušťovacích bodů pomocí polygonového pořadu. Jednoznačně identifikovatelné body tvořily pouze přilehlé budovy, u nichž však význam polohy není tak důležitý, jak u silnice, jež je hlavním předmětem této účelové mapy. Kontrolně zaměřené výšky byly porovnány s vyinterpolovanou výškou z kontrolního profilu. Více k testování v kapitole 6.

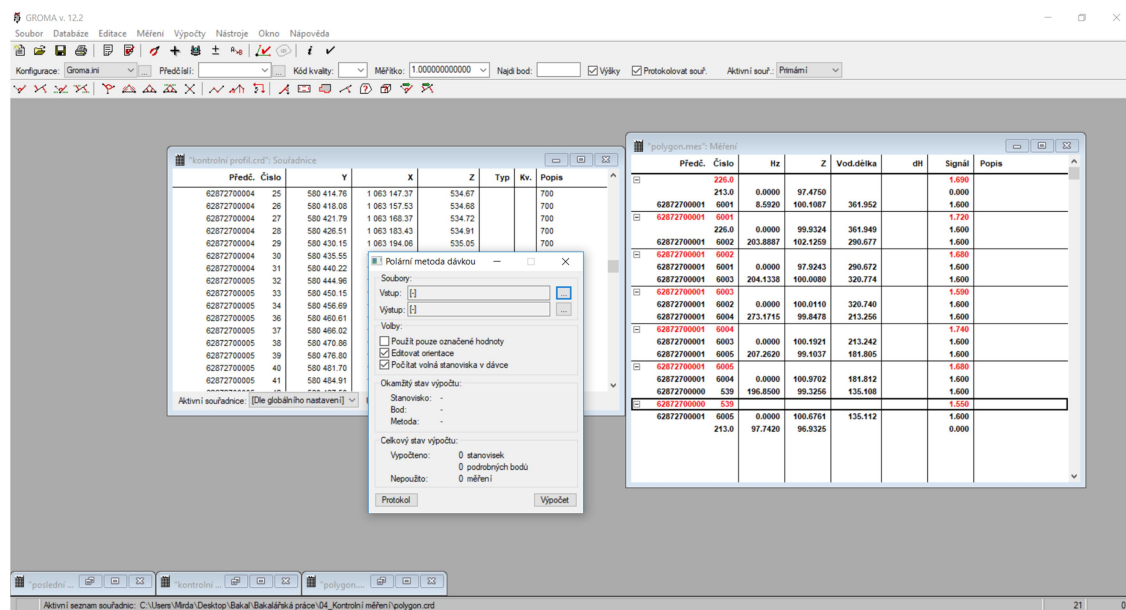
6. Zpracování měřených dat a kancelářské práce

Veškerá data z totální stanice byla exportována do formátu asc a nainportována do výpočetního softwaru Groma. Zde bylo měření nejprve opraveno o měřítkový koeficient, jehož výpočet zajistila funkce „Křovák“ v aplikacích programu. Poté byl zadán seznam souřadnic připojovacích bodů polygonu, který byl zvolen jako aktivní seznam souřadnic pro všechny výpočty. V programu byl vypočítán polygonový pořad, pro který je zde přímo funkce. (viz obr. č. 10)



Obrázek č. 10 – Okno funkce Polygonový pořad [vlastní zdroj]

Zde stačí naimportovat měřené orientace ze seznamu měření a příslušná pole se vyplní sama. Po úspěšném výpočtu polygonového pořadu byly vypočteny doplňující rajony a podrobné body. Identické body se zobrazí v tabulce, ve které zvolíme možnost průměrování nebo neuložení dvakrát vypočteného bodu. Během celého výpočtu se v pozadí tvoří výpočetní protokol, který po všech výpočtech uloží. Prostředí sw. Groma je velice přehledné a logicky uspořádané. (*prostředí Groma v 12.2 viz obr. č. 11*)



Obrázek č. 11 – Prostředí Groma v 12.2[vlastní zdroj]

Grafické zpracování mapy bylo již tvořeno v kreslicím programu Microstation V8i (dále jen MS). Propojení Gromy a MS lze zvládnout na několika úrovních, já jsem zvolil komunikaci přes MDL aplikaci GROMA , která umožňuje import souřadnic z textového souboru, s nastavením atribut zobrazovaných bodů. Pro body a mapovou kresbu byly vytvořeny dva výkresy, které jsou vzájemně referenčně připojeny. Atributy kresby a zobrazení bodů byly vázány atributovou tabulkou pro účelovou mapu 1:500. Pro rychlejší a snadnější kresbu mapy byla použita funkce „Šablona prvků“, která umožňuje nadefinovat jednotlivé kategorie prvků a přiřadí k nim odpovídající druh, barvu a tloušťku čáry nebo buňku. Pospojováním podrobných bodů podle jejich kódu vznikala základní kresba situace. Pro technické šrafy náspů silnice MS primárně funkci nemá, proto jsem dále pracoval v nadstavbě MGEO, která v sobě má několik geodetických a kartografických funkcí navíc, a technické šrafy se zde dají generovat hromadně, s jednotným nastavením.

7. Testování přesnosti – kontrolní profil

Pro testování přesnosti formou kontrolních profilů podle ČSN 01 3410 byl minimální počet bodů pro kontrolu dodržen. Celkem bylo změřeno 101 dvojic bodů. Nejedná se však o reprezentativní výběr souboru měření, jelikož mimo vozovku se nedaly zaměřit jednoznačně identifikovatelné body, kromě rohů přilehlých budov, které však nebyly hlavním předmětem zaměření, a tudíž by důkaz o jejich přesnosti neměl takový význam. Dál se však kritérii této normy budu řídit při testování stanovené přesnosti.

Směrodatná výšková odchylka S_H se vypočte podle vztahu 7.1,

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} \quad 7.1$$

kde k , je koeficient konfidence, N je počet dvojic bodů a ΔH je rozdíl výšek z interpolace a kontrolního měření

Koeficient konfidence

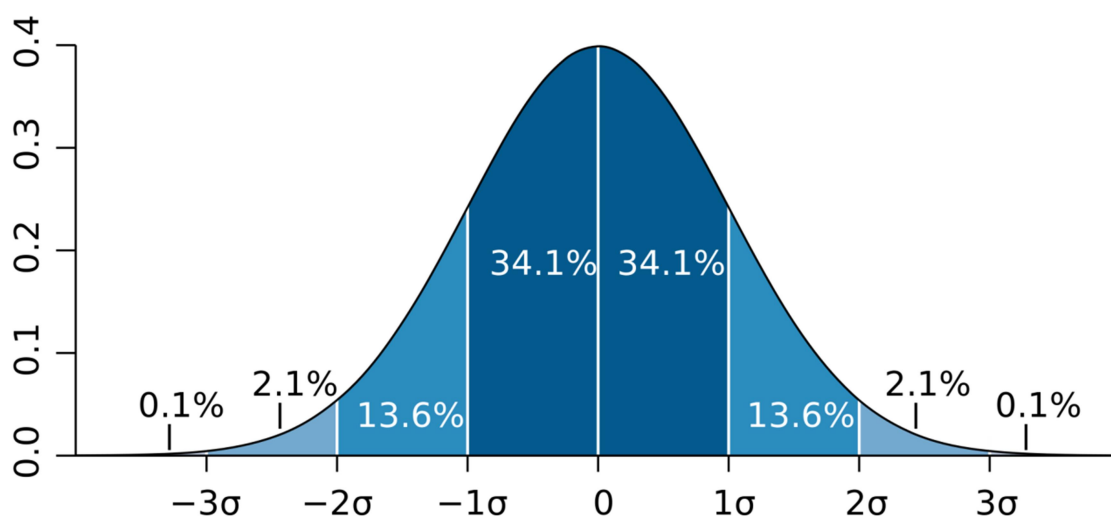
Koeficient konfidence se volí jako násobek směrodatné odchylky (základní střední chyby) nebo je definován v legislativním či normativním předpisu, hodnota je většinou rovna 2, 2,5 nebo 3 [4]

Interval spolehlivosti

Interval spolehlivosti je okolí výsledku měření, které se zvolenou pravděpodobností obsahuje hodnotu dané veličiny, vyjadřuje se v násobcích součinitele konfidence a základní střední chybou [10] (*Procentuální vyjádření pravděpodobnosti normálního rozdělení viz. Obr. č. 12*)

Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka, značená řeckým písmenem sigma, je v teorii pravděpodobnosti a statistice často používanou charakteristikou přesnosti dané veličiny. Jedná se o odmocninu z rozptylu náhodné veličiny



[11]

Obrázek č. 12 – Procentuální vyjádření pravděpodobnosti normálního rozdělení

Pro 3. Třidu přesnosti muselo převýšení jednotlivých bodů ΔH splňovat kritérium

$$|\Delta H| \leq 2\sqrt{k} \cdot u_H \qquad |\Delta H| \leq 0,34 \text{ m}$$

Žádný z vybraných bodů nepřesáhl tuto mezní hodnotu. Výběrová směrodatná odchylka s_H musí splňovat kritéria

$$s_H \leq 3 \cdot \omega_N U_H \qquad s_H \leq 0,13 \text{ m} \qquad [12]$$

s_H z výběrového souboru činí 0,02 m. Splňuje tedy dané kritérium

Všechny testované body splnily daná kritéria a vyhovují 3. třídě přesnosti (viz příloha 5.1 _Testování přesnosti.)

8. Závěr

Daná lokalita mi byla dobře známa, protože jsem zde velkou část svého života bydlel. Vše proběhlo bez komplikací a ve včasném termínu před zmíněnou rekonstrukcí. Celkem měření zabralo necelé dva víkendy během května 2018. Vybudovaná pomocná měřická síť byla zničena, jelikož jeho převážná část byla stabilizována v původním asfaltu. Během tvorby jsem čerpal ze svých zkušeností jak ze střední, tak vysoké školy a používal seriózní a odborné zdroje. Pro zpracování měřených dat jsem musel využít školních PC, jelikož nevlastním licence k některým používaným SW. Přístrojové vybavení bylo omezeno pouze na totální stanici, z důvodu vzdálenosti od Stavební fakulty. Další vybavení jako GNSS rover jsem z důvodu rizik a časové náročnosti na přepravu nechtěl používat.

9. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN 73 0415: *Geodetické body*. In: . b.r., ročník 2011.
- [2] NEUWIRT, Jiří. Geodetické body v terénu. *Estav.cz* [online]. b.r. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/1215.geodeticke-body-v-terenu>
- [3] *Nariadení vlády: Stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání*. In: . b.r., 430/2006 Sb.
- [4] *Terminologický slovník VÚGTK* [online]. b.r. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
- [5] ČADA, Václav. *Geodetické základy* [online]. Západočeská univerzita v Plzni: Katedra geomatiky, Fakulta aplikovaných věd, b.r. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch03.html>
- [6] ČADA, Václav. *Výpočet podrobných bodů polohopisu: Kapitola 8. Metody měření polohopisu* [online]. Západočeská univerzita v Plzni: Katedra geomatiky, Fakulta aplikovaných věd, b.r. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://kgm.zcu.cz/studium/gen1/html/ch08s05.html>
- [7] TRIMBLE M3 TOTAL STATION. In: *SEP (Site Engineering Personnel) Ltd.* [online]. b.r. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: [https://www.sepshop.co.uk/product/trimble-m3-total-station/#prettyPhoto\[product-gallery\]/19/](https://www.sepshop.co.uk/product/trimble-m3-total-station/#prettyPhoto[product-gallery]/19/)
- [8] *Mapa vrstevnic* [online]. In: . b.r. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://kapselshalfanghaarz.blogspot.com/2017/08/mapa-vrstevnic.html>
- [9] Instant Street View: 04314, Králíky, Pardubický kraj. In: *Instant street view* [online]. b.r. [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://www.instantstreetview.com/@50.087583,16.708591,188.39h,-6.52p,0z>
- [10] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, Alexej VITULA a Jiří BUREŠ. *Inženýrská geodezie I*. Brno, 2006.
- [11] TOEWS, M.W. [online]. In: . b.r. [cit. 2019-05-15]. Dostupné z: Autor: M. W. Toews – Vlastní dílo, based (in concept) on figure by Jeremy Kemp, on 2005-02-09, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1903871>
- [12] ČSN 01 3410. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, b.r.

10. Seznam použitých zkratek

S-JTSK Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

Bpv Výškový systém baltský – po vyrovnání

ČSN Česká státní norma

GNSS Globální navigační satelitní systémy

k.ú. katastrální území

ZPBP základí polohové bodové pole

PPBP podrobné polohové bodové pole

ČSTS Česká státní trigonometrická síť

TB trigonometrický bod

ZhB zhušťovací bod

ZB zajišťovací bod

TL triangulační list

11. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Poloha silnice III. třídy 04314	9
Obrázek č. 2 – Stabilizace TB	11
Obrázek č. 3 – Příklad stabilizace podrobného bodu	12
Obrázek č. 4 – Oboustranně připojený a oboustranně orient. polyg. Pořad	14
Obrázek č. 5 – Schéma polární metody	15
Obrázek č. 6– Totální stanice Trimble M3	17
Obrázek č. 7 – Ukázka vrstevnic	20
Obrázek č. 8 – Technické šrafy	21
Obrázek č. 9 – silnice III. třídy 04314	23
Obrázek č. 10 – Okno funkce Polygonový pořad	24
Obrázek č. 11 – Prostředí Groma v 12.2	25
Obrázek č. 12 – Procentuální vyjádření pravděpodobnosti normálního rozdělení	27

13. Seznam příloh

01_Zápisníky

01.1_Naměřená_data

02_Protokoly

02.1_Polygonový_pořad

02.2_Výpočet_podrobných_bodů

02.3_Seznam_souřadnic_podrobných_bodů

02.4_Seznam_souřadnic_bodů_měřické_sítě

03_Mapa

03.1_Mapa

*03.1.1_Mapa_výřez_tisk

*03.1.2_Mapa_výřez_tisk

*03.1.3_Mapa_výřez_tisk

*03.1.4_Mapa_výřez_tisk

*03.1.5_Mapa_výřez_tisk

*03.1.6_Mapa_výřez_tisk

*03.1.7_Mapa_výřez_tisk

03.2.1_Body

04_Kontrolní měření

04.1_Kontrolní_měření

04.2_Protokol_výpočtu

04.3_Testování_přesnosti

05_Podélný profil

*05.1_Podélný_profil

*05.2_Podélný_profil

06_Přehledové_výkresy

*06.1_Přehled_bodového_pole

*06.2_Přehled_bodového_pole_KM

*06.3_Přehled_kladu_mapových_listů

07_Datové soubory

* Příloha navíc i v papírové podobě.